

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-310461

(P2001-310461A)

(43)公開日 平成13年11月6日 (2001.11.6)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>B 4 1 J 2/045  
2/055

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テマコード(参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L. (全 10 頁)

(21)出願番号

特願2000-127582(P2000-127582)

(22)出願日

平成12年4月27日 (2000.4.27)

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72)発明者 浅野 和夫

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会  
社内

(72)発明者 竹内 良夫

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会  
社内

(72)発明者 北見 亜紀子

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会  
社内

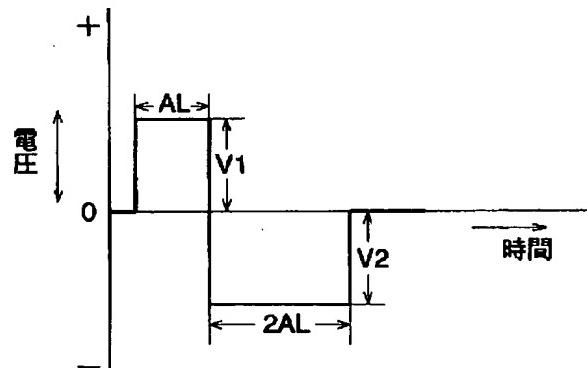
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インク滴噴射装置

## (57)【要約】

【課題】 従来、第1インク滴を噴射した後、インクメニスカスが静止位置に復帰してから第2インク滴を噴射していたが、このような駆動方法では高速駆動が困難であった。

【解決手段】 インクチャネルを拡大する第1電圧V1のパルスと縮小させる第2電圧V2のパルスからなる駆動パルスの第1電圧V1と第2電圧V2の比を選択することにより、高速で安定したインクチャネルの駆動を可能にする。



特開2001-310461  
(P2001-310461A)

(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクチャネルと、前記インクチャネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを噴射するノズルとを有し、

前記電気・機械変換手段に、前記インクチャネル内に負の圧力を発生させる第1パルスと、それに続き、前記インクチャネル内に正の圧力を発生させる第2パルスを印加して前記ノズルからインク滴を噴射するインク滴噴射装置であって、

前記第1パルスと前記第2パルスを有する第1の駆動パルスによって第1のインク滴を噴射した後、前記ノズルのインクメニスカスがインク滴を噴射する前の静止位置に復帰しない時点で、前記第1パルスと前記第2パルスを有する第2の駆動パルスを印加し、前記第2の駆動パルスにおける前記第1パルスの電圧の絶対値V1と前記第2パルスの電圧の絶対値V2との比[V1/V2]を1.2≤[V1/V2]≤5.0として第2のインク滴を噴射することを特徴とするインク滴噴射装置。

【請求項2】 前記第1パルスの電圧の絶対値V1に対する前記第2パルスの電圧の絶対値V2の比[V1/V2]が1.5≤[V1/V2]≤3.0の範囲にある前記第2の駆動パルスによって、第2のインク滴を噴射することを特徴とする請求項1に記載のインク滴噴射装置。

【請求項3】 複数の前記インクチャネルを有し、前記電気・機械変換手段が前記複数のインクチャネルの隔壁を剪断モードで変形する圧電素子で構成したことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のインク滴噴射装置。

【請求項4】 前記第1パルスの継続時間が実質的に前記インクチャネルのAL(音響的共振周期の二分の一)であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【請求項5】 インクチャネルと、前記インクチャネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを噴射するノズルとを有し、  
前記電気・機械変換手段に、前記インクチャネル内に負の圧力を発生させる第1パルスと、それに続き、前記インクチャネル内に正の圧力を発生させる第2パルスを印加して前記ノズルからインク滴を噴射するインク滴噴射装置であって、

インクの表面張力をγ(単位は $10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ )、粘度をη(単位は $10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ )、前記ノズルの直径をr(単位はμm)、前記インクチャネルのAL(音響的共振周期の二分の一、単位はμs)、インク滴の噴射周期をT(単位はμs)としたときに、

[T/AL]≤[3.0×η×r/γ]で、且つ、前記第1パルスの電圧の絶対値V1に対する前記第2パルスの電圧の絶対値V2の比[V1/V2]が1.2≤[V1/V2]≤5.0の範囲にある前記第1パルスと、前

2

記第2パルスを有する駆動パルスによってインク滴を噴射することを特徴とするインク滴噴射装置。

【請求項6】 前記第1パルスの電圧の絶対値V1に対する前記第2パルスの電圧の絶対値V2の比[V1/V2]が1.5≤[V1/V2]≤3.0の範囲にある前記駆動パルスによってインク滴を噴射することを特徴とする請求項5に記載のインク滴噴射装置。

【請求項7】 複数の前記インクチャネルを有し、前記電気・機械変換手段が前記複数のインクチャネルの隔壁を剪断モードで変形する圧電素子で構成したことを特徴とする請求項5又は請求項6に記載のインク滴噴射装置。

【請求項8】 前記第1パルスの継続時間が実質的に前記インクチャネルの前記ALであることを特徴とする請求項5～7のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電気・機械変換手段に駆動パルスを印加することによってインク滴を噴射するインク滴噴射装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 インク滴噴射装置は種々の方式が提案されているが、その一つに剪断モードインク滴噴射装置があり、図1及び図2は1例として特開平10-272771号公報に記載されているインク滴噴射装置の例を示す図である。図1で1はインクチューブ、2はノズル形成部材、3はノズル、4はインクによって形成されるインクメニスカス、Sは電気・機械変換手段としての側壁、6はカバープレート、7はインク供給口、8は基板である。そして、図2に示すようにインク流路であるインクチャネルAは側壁Sとカバープレート6及び基板8によって形成されている。ノズル3は各インクチャネルに形成されているが、図2の一部では省略してある。

【0003】 図1には1個のノズルを有する1個のインクチャネルの断面図が示されているが、実際の剪断モードインク滴噴射装置Hでは、図2(a)に示すようにカバープレート6と基板8の間に複数の側壁S1、S2・・・Sn+1で隔てられたインクチャネルA1、A2、・・・Anが多数構成されている。インクチャネルA1の一端はノズル形成部材2に形成されたノズル3につながり、他端はインク供給口7を経て、インクチューブ1によって図示されていないインクタンクに接続されていて、前記ノズルにはインクによるインクメニスカス4を形成している。そして、例えば側壁S1には密着形成された電極Q1、Q2、と側壁S2に密着形成された電極Q3、Q4が設けてある。同様にインクチャネルA2、・・・Anの各側壁にはそれぞれ電極が密着形成されている。図2(b)に示すように、例えば、電極Q1をアースに接続し、電極Q2には、図示しない駆動回路により、図7に示すような波高値V1(絶対値)の正の第1

特開2001-310461  
(P2001-310461A)

(3)

3

パルスと波高値V2（絶対値）の負の第2パルスを有する駆動パルスが印加される。この駆動パルスにより、以下述べる動作によってインク滴をノズル3から噴射する。従来は、V1=V2の電圧が印加されていた。

**【0004】側壁S、S1、S2、・・・は図2**

(a)、(b)、(c)の矢印で示すように分極方向が異なる2個の圧電材料から成る側壁Sa、S1a、S2a、・・・とSb、S1b、S2b、・・・とから構成されていて、駆動パルスを印加することによって変形するアクチュエータとして動作する。電極Q2及びQ3に駆動パルスが印加されない時は図2(a)のように側壁S1、S2は変形しないが、前記波形の駆動パルスが電極Q2及びQ3に印加されると、該第1パルスの電圧+Vによって圧電材料の分極方向に直角な方向の電界が生じ、側壁S1a、S1bとも側壁の接合面にズリ変形を生じ、また側壁S2a、S2bも同様反対方向にズリ変形を生じ、図2(b)に示すように側壁S1a、S1b及び側壁S2a、S2bは互いに外側に向けて変形し、この例ではインクチャネルA1の容積は大きくなる。次に、図2(c)に示すように、駆動パルスの第2パルス20の電圧-Vによって前記側壁S1a、S1b及びS2a、S2bは互いに逆方向に変形して、インクチャネルA1の容積は急激に縮小して、インクチャネルA1内の圧力が変化する。この動作によってインクチャネルA1を満たしているインクの一部によるノズル内のインクメニスカス4を変化させ、インク滴をノズル3から噴射する。各インクチャネルも同様に駆動パルスの印加によって動作し、インク滴を噴射する。

**【0005】**しかし、上記のようにインクチャネルA1の側壁S1及びS2が変形の動作をすると、隣のインクチャネルA2は影響を受けるため、通常、例えば、A1、A4、A7・・・を同位相のパルスで駆動し、次の周期でA2、A5、A8・・・を駆動する方法が行われている。即ち、3個のインクチャネルを1単位とし、各単位内の1インクチャネルを順次駆動することにより、画像形成が行われる。

**【0006】**上記インク滴の噴射はインクチャネルの音響的共振（以下共振と記す）を利用して、最初にインクチャネル容積を拡大し、続いて縮小させる駆動パルスをインクチャネルの共振周期に適合させて印加し、駆動パルスの第1パルス及び第2パルスを併せてインク滴の噴射に利用する方法が用いられている。従来においては、図7に示す駆動パルスは、前記インクチャネルの共振周期に適合させた第1パルスの電圧+V1と、これに続く第2パルスの電圧-V2の絶対値はそれぞれ|V1|で等しく、第1パルスのパルス幅は後に説明する共振周期の二分の一、即ち、ALである。また、第1パルスのパルス幅は2ALである。このような駆動によってインクチャネルを駆動すると、効率良くインク滴を噴射することができるとして、使用されている。

4

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】インク滴噴射装置を用いて画像形成速度を向上させるには、インク滴の噴射間隔（周期）を短くし、インク滴噴射装置を高速で駆動する必要がある。しかしながら、インク滴の噴射間隔（周期）を短くすると、ノズルからインクチャネル内に空気が巻き込まれてインクを噴射させることができなくなったり、噴射すべき主なインク滴以外に付随する小さなインク滴であるサテライト滴を噴射したり、第2インク滴が第1インク滴より小さくなるなどの現象が起こり易いことがわかった。この原因を解析すると以下のようことがわかった。

**【0008】**インク滴の噴射間隔（周期）が長い場合には、第1インク滴が噴射した後、インク量の減少分はノズルとインクの毛細管によってインク供給口7からインクチャネルへインクが補給され、インクメニスカス4が前記静止位置に復帰して、安定に第2インク滴を噴射することができた。しかしインク滴の噴射間隔（周期）が短くなると、第1のインク滴の噴射後、インクメニスカス4が前記静止位置に復帰する以前に、第2インク滴を噴射させようとして駆動していることがわかった。

**【0009】**すなわち、インクメニスカス4が前記静止位置に復帰する以前に、図7に示す駆動パルス（V1とV2の絶対値が等しい）によって第2インク滴を噴射させるため駆動すると、インクメニスカス4が不安定になり、ノズルからインクチャネル内に空気が巻き込まれてインク滴を噴射させることができなくなったり、噴射すべき主なインク滴以外に、付随する小さなインク滴であるサテライト滴を噴射したり、第2インク滴が第1インク滴より小さくなるなどの現象が起こり易く、連続して駆動を行った場合、動作が不安定になるなどの問題点があった。

**【0010】**本発明は、上記問題点を解決して高速でインクチャネルを駆動しても安定に動作するインク滴噴射装置を提供することを目的とする。

**【0011】**

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、以下に示す発明によって達成される。

**【0012】**1. インクチャネルと、前記インクチャネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを噴射するノズルとを有し、前記電気・機械変換手段に、前記インクチャネル内に負の圧力を発生させる第1パルスと、それに続き、前記インクチャネル内に正の圧力を発生させる第2パルスを印加して前記ノズルからインク滴を噴射するインク滴噴射装置であって、前記第1パルスと前記第2パルスを有する第1の駆動パルスによって第1のインク滴を噴射した後、前記ノズルのインクメニスカスがインク滴を噴射する前の静止位置に復帰しない時点で、前記第1パルスと前記第2パルスを有する第2の駆動パルスを印加し、前記第2の駆動パルスにおける

特開2001-310461  
(P2001-310461A)

(4)

5

前記第1パルスの電圧の絶対値V1と前記第2パルスの電圧の絶対値V2との比[V1/V2]を1.2≤[V1/V2]≤5.0として第2のインク滴を噴射することを特徴とするインク滴噴射装置。

【0013】2. 前記第1パルスの電圧の絶対値V1に対する前記第2パルスの電圧の絶対値V2の比[V1/V2]が1.5≤[V1/V2]≤3.0の範囲にある前記第2の駆動パルスによって、第2のインク滴を噴射することを特徴とする前記1に記載のインク滴噴射装置。

【0014】3. 複数の前記インクチャネルを有し、前記電気・機械変換手段が前記複数のインクチャネルの隔壁を剪断モードで変形する圧電素子で構成したことを特徴とする前記1又は前記2に記載のインク滴噴射装置。

【0015】4. 前記第1パルスの継続時間が実質的に前記インクチャネルのAL(音響的共振周期の二分の一)であることを特徴とする前記1～3のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【0016】5. インクチャネルと、前記インクチャネルの容積を変化させる電気・機械変換手段と、インクを噴射するノズルとを有し、前記電気・機械変換手段に、前記インクチャネル内に負の圧力を発生させる第1パルスと、それに続き、前記インクチャネル内に正の圧力を発生させる第2パルスを印加して前記ノズルからインク滴を噴射するインク滴噴射装置であって、インクの表面張力を $\gamma$ (単位は $10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ )、粘度を $\eta$ (単位は $10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ )、前記ノズルの直径を $r$ (単位は $\mu\text{m}$ )、前記インクチャネルのAL(音響的共振周期の二分の一、単位は $\mu\text{s}$ )、インク滴の噴射周期をT(単位は $\mu\text{s}$ )としたときに、 $[T/AL] \leq [3.0 \times \eta \times r / \gamma]$ で、且つ、前記第1パルスの電圧の絶対値V1に対する前記第2パルスの電圧の絶対値V2の比[V1/V2]が1.2≤[V1/V2]≤5.0の範囲にある前記第1パルスと、前記第2パルスを有する駆動パルスによってインク滴を噴射することを特徴とするインク滴噴射装置。

【0017】6. 前記第1パルスの電圧の絶対値V1に対する前記第2パルスの電圧の絶対値V2の比[V1/V2]が1.5≤[V1/V2]≤3.0の範囲にある前記駆動パルスによってインク滴を噴射することを特徴とする前記5に記載のインク滴噴射装置。

【0018】7. 複数の前記インクチャネルを有し、前記電気・機械変換手段が前記複数のインクチャネルの隔壁を剪断モードで変形する圧電素子で構成したことを特徴とする前記5又は前記6に記載のインク滴噴射装置。

【0019】8. 前記第1パルスの継続時間が実質的に前記インクチャネルの前記ALであることを特徴とする前記5～7のいずれか1項に記載のインク滴噴射装置。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態に係るインク

10

30

40

50

6

滴噴射装置は図1及び2に示す機械的構成を有する。しかしながら、本発明の実施の形態としては図1、2に示すものに限られず、種々の機械的構成のものがあり得る。本発明の実施の形態に係るインク噴射装置の他の例を図3～6に示す。図3～5において、図1と同一の部品には同一の符号を付す。

【0021】図3におけるLはインクチャネルAの長さであり、インクチャネルAの音響的共振周期の二分の一ALは、AL=L/ACで表される。ACはインクチャネル内の圧力波の速度である。なお、インクチャネルAの長さは図3(b)の幾何学的な長さLにぴったり一致するものではなく、インクチャネルAの実効的な長さである。前記式中のLはこのような意味を含んでいる。

【0022】インクチャネルAの音響的共振周期の二分の一ALは、インク噴射装置の電気・機械変換手段に矩形波を印加して出射するインク滴の速度を測定し、矩形波の電圧値を一定にして矩形波のパルス幅を変化させたときに、液滴速度が最大になるパルス幅として求められる。

【0023】図3に示すインク滴噴射装置のインクチャネルの配列及び駆動パルスの印加時における各インクチャネルの作動を図4に示す。

【0024】インクチャネルA1、A2、A3、…は空隙として形成されたエアチャネルDを挟んで形成され、インクチャネルA1、A2、A3、…を形成する側壁には電極Qaが形成され、エアチャネルDを形成する側壁には電極Qdが形成される。図4(a)と図5(a)に示す例では、図示しない駆動回路からパルスP1、P2が電極Qaに印加される。

【0025】先ず、図4(b)に示すように、第1段階として、インクチャネルA1、A2、A3、…の容積を拡大する正電圧+VのパルスP1が電極Qaに印加される。次いで、図5(a)に示すように、インクチャネルA1、A2、A3、…の容積を縮小する負電圧-VのパルスP2が電極Qaに印加される。

【0026】このように、パルスP1とP2からなる駆動パルスを電極Qaに印加することにより、インクチャネルA1、A2、A3、…からインク滴が飛翔する。

【0027】図6(a)、(b)は前述のインクチャネルA1、A2、A3、…の駆動における電極Qa、Qdの電圧を示す。図6(a)、(b)から明らかのように、この駆動においては、電極Qaに正のパルスP1と負のパルスP2が印加される。

【0028】インクチャネル駆動方法として次に説明する他の方法がある。図6(c)、(d)は該他の方法における電極QaとQdの電圧を示し、この方法においては、図示しない駆動回路により、図6(c)、(d)に示すように、正電圧のパルスP1を電極Qaに印加する一方、電極Qdに正電圧のパルスP2を印可する。

特開2001-310461  
(P2001-310461A)

(5)

7

【0029】インクチャネルA1、A2、A3、・・・の容積の拡大は前記の図5(b)、図6(a)に示す場合と同様にして行われ、インクチャネルA1、A2、A3、・・・の容積を縮小する駆動段階においては、図5(b)に示すように、エアチャネルの電極Qdに+V正電圧を印加することにより、電極Qaに負電圧を印加した図5(a)の場合と同様な駆動を行っている。

【0030】図5(b)と図6(c)、(d)に示す駆動方法は正電圧のパルスを用いて駆動できる点で回路の設計上有利である。

【0031】図7は本発明の実施の形態において、駆動パルスを機械的な変位に変換する電気・機械変換手段としての側壁S1、S2、・・・を駆動してインクを噴射させる駆動パルスの波形を示す。図7の駆動パルスは前述のように、側壁Sを駆動してインクチャネルAの容積を拡大させる第1電圧+V1のパルスと側壁Sを駆動してインクチャネルAの容積を縮小させる第2電圧-V2のパルスからなる。なお、実施の形態における説明においては、個々のインクチャネルA1、A2、・・・を説明するとき以外は、インクチャネルA1、A2、・・・のそれぞれをインクチャネルAと称する。また、インクチャネルを構成する側壁S1、S2、・・・のようなインクチャネル構成部も側壁Sのように数字を付加しないで示す。

【0032】インクチャネルAの音響的な共振周波数の逆数の1/2を期間AL(時間)とすると、通常、第1電圧+V1のパルスはその幅を実質的にALに等しく設定される。また、この期間ALはインクチャネルの長さに対応していて、この駆動パルスで駆動したときに、インク滴が噴射する速度が最大となる。第1電圧+V1と第2電圧-V2を一定とし、第1電圧V1のパルス幅を変化させて駆動した時のパルス幅と液滴の飛翔速度の関係から、液滴の飛翔速度が最大となるパルス幅(時間)をALとして測定できる。そして、図7に示すように、パルス幅ALの第1電圧+V1の後に、第2電圧-V2、パルス幅2ALのパルスを印加する。

【0033】本実施の形態においては、インクチャネルAを高速度で駆動することを目的として、第1のインク滴を噴射した後に、ノズル3のインクメニスカス4を、インク滴を噴射する前の静止状態に復帰させない時点で、次のインク滴を噴射させる駆動パルスを印加している。このような条件で安定したインク滴を噴射し、高速駆動を可能にするためには、次の条件1を満たすことが必要である。

【0034】

条件1・・・1. 2 ≤ [V1/V2] ≤ 5. 0

静止状態からの第1のインク滴を噴射するための第1のパルスについては必ずしも条件1を満たす必要はないが、条件1を満たしていることが好ましい。

【0035】前記比V1/V2が前記条件1の下限を下

10 とが、より高速、且つ、高画質を達成する上で好ましい。

【0038】

条件2・・・1. 5 ≤ [V1/V2] ≤ 3. 0

また、ノズル3のインクメニスカス4の復帰はインクの物性、ノズル径、インクチャネルの長さに依存する。インクメニスカスの復帰時間とALの比、即ち、(インクメニスカスの復帰時間/AL)は(3. 0 × η × r / γ)となることが分かった。即ち、第1の駆動パルスでのインク滴の噴射によりインクメニスカスの後退が復帰する前に第2の駆動パルスで噴射を行うという高速駆動は次の条件3で表すことができる。

【0039】

条件3・・・(T/AL) ≤ (3. 0 × η × r / γ)  
の条件でインクチャネル駆動を行うときに、第1電圧+V1に対する第2電圧-V2の絶対値の比[V1/V2]が前記の条件1、即ち、1. 2 ≤ [V1/V2] ≤ 5. 0の範囲内で印加すると、安定に駆動することができる。

【0040】但し、インクの表面張力をγ(単位は10<sup>-3</sup>N·m<sup>-1</sup>)、粘度をη(単位は10<sup>-3</sup>Pa/s)、前記ノズルの直径をr(単位はμm)、前記インクチャネルの音響的共振周期の二分の一をAL(単位はμs)、インク滴の噴射周期をT(単位はμs)とする。

【0041】前記比V1/V2が前記条件1の下限を下回るか又は上限を上回ると、インク滴が噴射されない場合が生じたり、インク滴が噴射されてもインク滴が不揃いになったり、サテライト滴が発生したりして画質が低下する。

【0042】更に、前記条件3の元で前記比V1/V2を、1. 5 ≤ [V1/V2] ≤ 3. 0とすることがより高速、且つ、高画質を達成する上で好ましい。

【0043】

【実施例】以下に述べる2種類のヘッド、及び2種類のインクを使用して、パルスP1の電圧+V1とパルスP2の電圧-V2の絶対値の比[V1/V2]を変え、またインク滴の飛翔速度が6m/sとなるように駆動パルスの電圧を設定して、第1インク滴と第2インク滴の径の比D、サテライト滴発生の状況、また、電圧を上昇させて飛翔速度を増加させ、ノズルから空気を巻き込んでインク滴の噴射が不可能となる前の噴射可能な最大飛翔

8

回るか又は上限を上回ると、インク滴が噴射されない場合が生じたり、インク滴が噴射されてもインク滴が不揃いになったり、サテライト滴が発生したりして画質が低下する。

【0036】前記比V1/V2が前記条件1の上限を上回ると、インク滴が不揃いになったり、サテライト滴が発生したりして画質が低下する。また、インクが噴射されない場合が生ずる。

【0037】前記比V1/V2が次の条件2を満たすこ

とが、より高速、且つ、高画質を達成する上で好ましい。

【0038】

条件2・・・1. 5 ≤ [V1/V2] ≤ 3. 0

また、ノズル3のインクメニスカス4の復帰はインクの物性、ノズル径、インクチャネルの長さに依存する。インクメニスカスの復帰時間とALの比、即ち、(インクメニスカスの復帰時間/AL)は(3. 0 × η × r / γ)となることが分かった。即ち、第1の駆動パルスでのインク滴の噴射によりインクメニスカスの後退が復帰する前に第2の駆動パルスで噴射を行うという高速駆動は次の条件3で表すことができる。

【0039】

条件3・・・(T/AL) ≤ (3. 0 × η × r / γ)  
の条件でインクチャネル駆動を行うときに、第1電圧+V1に対する第2電圧-V2の絶対値の比[V1/V2]が前記の条件1、即ち、1. 2 ≤ [V1/V2] ≤ 5. 0の範囲内で印加すると、安定に駆動することができる。

【0040】但し、インクの表面張力をγ(単位は10<sup>-3</sup>N·m<sup>-1</sup>)、粘度をη(単位は10<sup>-3</sup>Pa/s)、前記ノズルの直径をr(単位はμm)、前記インクチャネルの音響的共振周期の二分の一をAL(単位はμs)、インク滴の噴射周期をT(単位はμs)とする。

【0041】前記比V1/V2が前記条件1の下限を下回るか又は上限を上回ると、インク滴が噴射されない場合が生じたり、インク滴が噴射されてもインク滴が不揃いになったり、サテライト滴が発生したりして画質が低下する。

【0042】更に、前記条件3の元で前記比V1/V2を、1. 5 ≤ [V1/V2] ≤ 3. 0とすることがより高速、且つ、高画質を達成する上で好ましい。

【0043】

【実施例】以下に述べる2種類のヘッド、及び2種類のインクを使用して、パルスP1の電圧+V1とパルスP2の電圧-V2の絶対値の比[V1/V2]を変え、またインク滴の飛翔速度が6m/sとなるように駆動パルスの電圧を設定して、第1インク滴と第2インク滴の径の比D、サテライト滴発生の状況、また、電圧を上昇させて飛翔速度を増加させ、ノズルから空気を巻き込んでインク滴の噴射が不可能となる前の噴射可能な最大飛翔

特開2001-310461  
(P2001-310461A)

(6)

9

速度A I L (m/s) を測定した。第1インク滴と第2インク滴の径の比Dは1に近いほど良く、サテライト滴発生は小さいほどよい。また最大飛翔速度A I Lは大きいほど良い。

【0044】使用した2種類のヘッドとして、ヘッド①はインクチャネルの音響的共振周期の1/2 (AL) が9.0 μs、ノズル径が41 μmのヘッドである。またヘッド②はインクチャネルの音響的共振周期の1/2 (AL) が5.2 μs、ノズル径が20 μmのヘッドである。

【0045】使用した2種類のインクとして、インク①は銅フタロシアニンを炭素数15から20の炭化水素の混合溶媒に分散し、粘度 $9.5 \times 10^{-3}$  Pa/s、表面張力が $28 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>になるよう調整したインクである。また、インク②は銅フタロシアニンをエチレングリコール、グリセリン、水の混合溶媒に分散し、粘度 $4.3 \times 10^{-3}$  Pa/s、表面張力が $44 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>になるよう調整したインクである。

【0046】測定結果を表に示す。表の駆動電圧Vとは、前記インク滴の飛翔速度が6 m/sになるよう駆動した第1のパルスの電圧値V1である。また最大飛翔速度A I L (m/s) は、インク滴を前記飛翔速度6 m/sで噴射させた駆動電圧から順次電圧を上げて行き、測定したものである。

【0047】実施例1は前記インク①及びヘッド①を使用し、インク滴の噴射間隔(周期)が144 μsになるように駆動し、第1インク滴の噴射後、インクメニスカ

10

ス4が静止位置に復帰する以前に第2インク滴を駆動した場合である。比較例1は実施例1と対比して参考に示したもので、インク滴の噴射間隔(周期)が495 μsになるように駆動した以外は実施例1と同じ条件であり、この場合、第1インク滴の噴射後、インクメニスカスが静止位置に復帰してから第2インク滴が駆動されている。実施例2は前記インク②及びヘッド②を使用し、インク滴の噴射間隔(周期)が20.8 μsになるよう駆動し、第1インク滴の噴射後、インクメニスカス4が静止位置に復帰する以前に第2インク滴を駆動した場合である。比較例2は実施例2と対比して参考に示したもので、インク滴の噴射間隔(周期)が36.4 μsになるように駆動した以外は実施例1と同じ条件であり、この場合、第1インク滴の噴射後、インクメニスカスが静止位置に復帰してから第2インク滴が駆動されている。A I Lは大きい程インク滴の飛翔速度範囲が広く好ましく、またインク滴は常に均一であるのが好ましく、「液滴量比」の値が小さい程よい。そして、サテライト滴発生は画質を劣化させるので、「サテライト発生」の値は少ない程よい。

【0048】表1、2から明らかなように、実施例においては、比V1/V2が1.2 ≤ [V1/V2] ≤ 5.0の範囲で好ましいインク飛翔特性が得られる。1.5 ≤ [V1/V2] ≤ 3.0の範囲において、特に、好ましいインク滴の飛翔特性が得られる。

【0049】

【表1】

## 実施例1

インク① (粘度 $9.5 \times 10^{-3}$  Pa/s、表面張力 $28 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>)

ヘッド① (ノズル径41 μm、AL9.0 μs)

駆動周期144 μs、ノズルのインク液面は静止状態の位置に復帰していない。

$$[T/AL] = 16, [3.0 \times \eta \times r/\gamma] = 41.7$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧 V	m/s	12.4	13.5	14.1	14.8	15.2	15.6	16.0	16.3
A I L	m/s	9.3	10.5	11.0	11.5	11.4	10.9	10.7	9.0
液滴量比		1.09	1.04	1.04	1.00	1.01	1.04	1.05	1.15
サテライト発生		大	小	小	小	小	中	中	大

【0050】

【表2】

特開2001-310461  
(P2001-310461A)

(7)

## 実施例2

インク② (粘度  $4.3 \times 10^{-3}$  Pa·s、表面張力  $44 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>

ヘッド② (ノズル径  $20 \mu\text{m}$ 、AL  $5.2 \mu\text{s}$ )

駆動周期  $20.8 \mu\text{s}$ 、ノズルのインク液面は静止状態の位置に復帰していない。

$$[T/AL] = 4, [3.0 \times \eta \times r / \gamma] = 5.9$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧	V	9.8	11.0	11.3	11.9	12.0	12.4	12.6	12.8
AIL	m/s	12.5	14.5	14.8	15.0	15.1	14.8	14.0	12.8
液滴量比		1.13	1.05	1.04	1.00	1.01	1.04	1.06	1.15
サテライト発生		大	中	小	小	小	小	中	大

【0051】表3、4に示す比較例1、2は、低い駆動周波数でインクチャネルを駆動しており、インクの飛翔特性は良好であることは言うまでもない。しかしながら、比較例では表3、4から明らかのように、比V1/V2の変動に対して、インク滴の飛翔特性に変化がない。

## 比較例1

インク① (粘度  $9.5 \times 10^{-3}$  Pa·s、表面張力  $28 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>

ヘッド① (ノズル径  $41 \mu\text{m}$ 、AL  $9.0 \mu\text{s}$ )

駆動周期  $495 \mu\text{s}$ 、ノズルのインク液面は静止状態の位置に復帰していない。

$$[T/AL] = 55, [3.0 \times \eta \times r / \gamma] = 41.7$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧	V	12.5	13.7	13.9	14.7	15.2	15.6	15.9	16.1
AIL	m/s	11.2	11.4	11.1	11.5	11.2	11.0	10.8	8.9
液滴量比		1.02	1.00	1.02	1.01	1.01	1.04	1.06	1.14
サテライト発生		小	小	小	小	小	中	中	大

## 【0053】

## 【表4】

## 比較例2

インク② (粘度  $4.3 \times 10^{-3}$  Pa·s、表面張力  $44 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>

ヘッド② (ノズル径  $20 \mu\text{m}$ 、AL  $5.2 \mu\text{s}$ )

駆動周期  $36.4 \mu\text{s}$ 、ノズルのインク液面は静止状態の位置に復帰していない。

$$[T/AL] = 7, [3.0 \times \eta \times r / \gamma] = 5.9$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧	V	10.1	11.0	11.4	11.7	12.0	12.3	12.4	13.0
AIL	m/s	15.0	15.4	14.8	14.7	14.4	14.6	14.5	12.9
液滴量比		1.01	1.01	1.02	1.02	1.01	1.04	1.08	1.17
サテライト発生		小	小	小	小	小	小	中	大

【0054】インクメニスカスの復帰時間とインク物性、ヘッド形状との関係を測定した。その結果インクメニスカスの復帰時間はインクの表面張力、粘度、ノズルの直径、インクチャネルの音響的共振周期の二分の一(A L)と関係していることが分かった。インクメニス

カスの復帰時間をインクチャネルの音響的共振周期の二分の一(A L)で割った値を  $[3.0 \times \eta \times r / \gamma]$  と比較した結果を表5と図8に示した。但し、表5及び図8において、 $\gamma$  はインクの表面張力 (単位は  $10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>)、 $\eta$  はインクの粘度 (単位は  $10^{-3}$  Pa)、 $r$  は

特開 2001-310461  
(P 2001-310461 A)

(8)

11

ノズルの直径（単位は  $\mu\text{m}$ ）、インクメニスカス復帰時間の単位は  $\mu\text{s}$  である。

【0055】

【表5】

メニスカス復帰時間/ $\text{AL}$	ノズル径 ( $r$ ) $\mu\text{m}$	粘度 ( $\eta$ ) $10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$	表面張 ( $\gamma$ ) $10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$	$[3.0 \times \eta \times r \times \gamma]$
3.8	20	2	28	4.3
2.4	20	2	44	2.7
8.7	20	4	28	8.6
4.9	20	4	44	5.5
21.4	20	10	28	21.4
12.8	20	10	44	13.6
8.4	41	2	28	8.8
4.9	41	2	44	5.6
19.0	41	4	28	17.6
9.7	41	4	44	11.2
36.6	41	10	28	43.9
24.3	41	10	44	28.0

【0056】表5及び図8から明らかのように、[インクメニスカス復帰時間/ $\text{AL}$ ]と [ $\eta \times r / \gamma$ ] とはほぼ比例関係にあるので、ノズルのインクメニスカスが静止状態に復帰する前に駆動パルスを印加するために、インクの物性及びノズルの直径に対して、比  $V_1 / V_2$  をどのように設定するかの目安とすることができる。

【0057】以上の測定結果から、 $[T / \text{AL}] \leq [3.0 \times \eta \times r / \gamma]$  の場合、駆動パルスの第1パルスの電圧 +  $V_1$  に対する第2パルスの電圧 -  $V_2$  の絶対値の比  $[V_1 / V_2]$  を選ぶことによって、インク滴の噴射周期を短くしても、インク滴の形状やサテライト滴の発生状況も問題なく、安定したインク滴の噴射が可能であることが明確になった。

【0058】そこで実際には、第1パルスの電圧 +  $V_1$  に対する第2パルスの電圧 -  $V_2$  の絶対値の比  $[V_1 / V_2]$  を、 $1.2 \leq [V_1 / V_2] \leq 5.0$  の範囲で使用することが有効で、特に  $1.5 \leq [V_1 / V_2] \leq 3.0$  の範囲で使用すると、より高速な駆動が可能になる。

【0059】

【発明の効果】請求項1、3、4、5、7又は8の発明により、高速で安定したインク滴を噴射し、画質のよい画像を形成するインク滴噴射装置の駆動が可能になった。

【0060】請求項2又は6の発明により、より高速で

安定したインク滴を噴射し、画質のよい画像を形成するインク滴噴射装置の駆動が可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】インク滴噴射装置の断面図である。

【図2】インク滴噴射装置の側壁の構成及び動作を示した断面図である。

【図3】インク滴噴射装置の他の例の模式図である。

【図4】インク滴噴射装置の他の例の作動を示す図である。

【図5】インク滴噴射装置の他の例の作動を示す図である。

【図6】第1パルスと第2パルスの例を示す図である。

【図7】駆動パルスの波形の一例を示す図である。

【図8】インクメニスカス復帰時間とインクの物性及びノズルの直径との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1 インクチューブ

3 ノズル

4 インクメニスカス

7 インク供給口

8 基板

H インク滴噴射装置

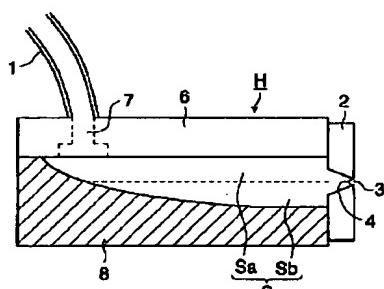
A, A1, A2 インクチャネル

S, S1, S2 側壁

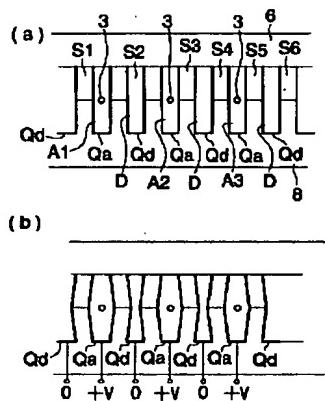
特開2001-310461  
(P2001-310461A)

(9)

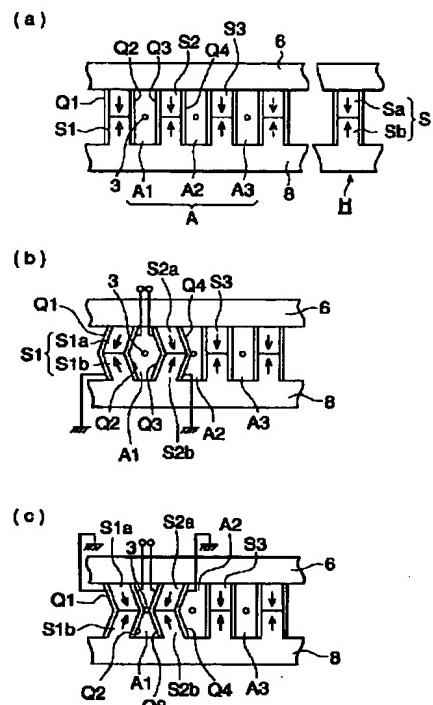
【図1】



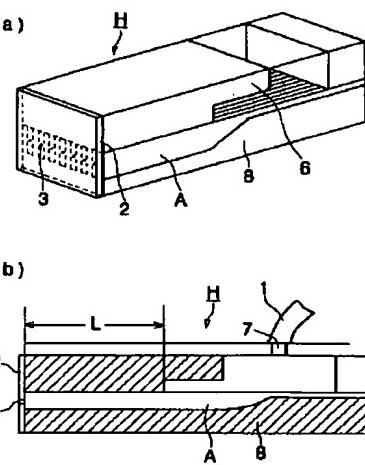
【図4】



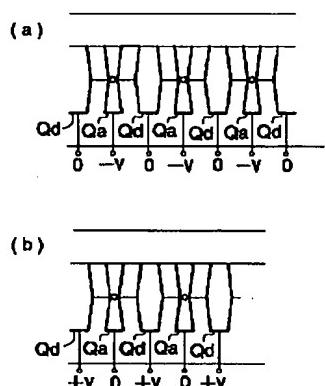
【図2】



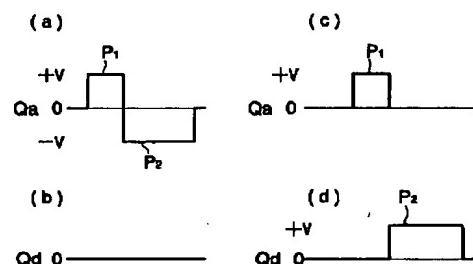
【図3】



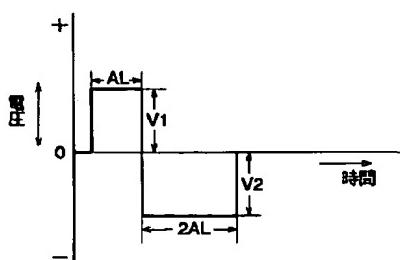
【図5】



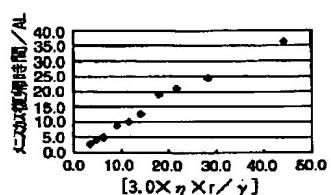
【図6】



【図7】



【図8】



特開2001-310461  
(P2001-310461A)

( 10 )

フロントページの続き

(72)発明者 竹内 寛  
東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会  
社内

Fターム(参考) 2C057 AF02 AF28 AG12 AM03 AM21  
AM22 AR04 AR08 BA03 BA14

## INK DROP EJECTION DEVICE

Patent Number: JP2001310461

Publication date: 2001-11-06

Inventor(s): ASANO KAZUO; TAKEUCHI YOSHIO; KITAMI AKIKO; TAKEUCHI HIROSHI

Applicant(s): KONICA CORP

Requested Patent:  JP2001310461

Application Number: JP20000127582 20000427

Priority Number(s):

IPC Classification: B41J2/045; B41J2/055

EC Classification:

Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve problems wherein after the first ink drop is ejected in a conventional device, an ink meniscus is returned to a rest position and then the second ink drop is ejected so that it is hard to achieve high speed driving by such a driving method.

**SOLUTION:** A driving pulse consists of a pulse having a first voltage V1 for enlarging an ink channel and a pulse having a second voltage V2 for reducing the ink channel. As the rate of the first voltage V1 to second voltage V2 is selected, it is possible to stably drive the ink channel at a high speed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

特実： P 特許 出願番号： 特願2000-127582 (平成12年(2000)4月27日)

公開番号： 特開2001-310461 (平成13年(2001)11月6日)

公告番号：

登録番号：

出願人： コニカ株式会社 (1)

発明名称： インク滴噴射装置

要約文： 【課題】 従来、第1インク滴を噴射した後、インクメニスカスが静止位置に復帰してから第2インク滴を噴射していたが、このような駆動方法では高速駆動が困難であった。【解決手段】 インクチャネルを拡大する第1電圧V1のパルスと縮小させる第2電圧V2のパルスからなる駆動パルスの第1電圧V1と第2電圧V2の比を選択することにより、高速で安定したインクチャネルの駆動を可能にする。

公開IPC： \*B41J2/045, IB41J2/055

公告IPC：

フリーKW： インク滴 噴射 装置, 第1, 駆動 パルス, インク滴, 噴射, 所定, 時点, 第2, 印加, パルス, 電圧, 絶対値, 比, 特定, 安定, 高速 作動, 可能, 電気, 機械 変換, 手段, 圧電 素子, 剪断

自社分類：

自社キーワード：

最終結果：

関連出願： (0)

審判：

審決：

対応出願： (0)

#### 中間記録

受付発送日 種別 料担コード\* 条文  
2000/04/27 63 出願書類 21000

受付発送日 種別 料担コード\* 条文  
2000/05/01 ZS 他庁審査処

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-310461

(43)Date of publication of application : 06.11.2001

(51)Int.CI.

B41J 2/045

B41J 2/055

(21)Application number : 2000-127582

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 27.04.2000

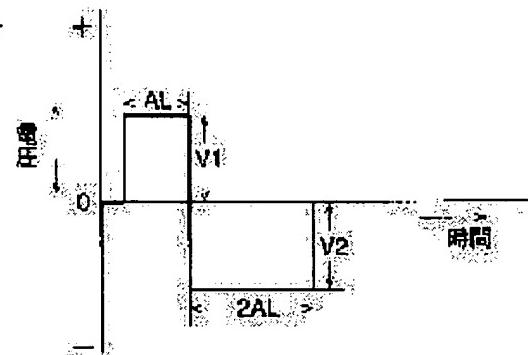
(72)Inventor : ASANO KAZUO  
TAKEUCHI YOSHIO  
KITAMI AKIKO  
TAKEUCHI HIROSHI

## (54) INK DROP EJECTION DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve problems wherein after the first ink drop is ejected in a conventional device, an ink meniscus is returned to a rest position and then the second ink drop is ejected so that it is hard to achieve high speed driving by such a driving method.

**SOLUTION:** A driving pulse consists of a pulse having a first voltage V1 for enlarging an ink channel and a pulse having a second voltage V2 for reducing the ink channel. As the rate of the first voltage V1 to second voltage V2 is selected, it is possible to stably drive the ink channel at a high speed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

## \* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] An ink channel, and electrical and electric equipment and a machine conversion means of changing capacity of said ink channel, The 1st pulse which it has [ pulse ] a nozzle which injects ink and makes said electrical and electric equipment and machine conversion means generate negative pressure in said ink channel, It is the ink drop fuel injection equipment which impresses the 2nd pulse which generates a positive pressure in said ink channel following it, and injects an ink drop from said nozzle. After injecting the 1st ink drop by the 1st driving pulse which has said 1st pulse and said 2nd pulse, when not returning to a static position before an ink meniscus of said nozzle injects an ink drop The 2nd driving pulse which has said 1st pulse and said 2nd pulse is impressed. An ink drop fuel injection equipment characterized by injecting the 2nd ink drop, using a ratio  $[V1/V2]$  of an absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in said 2nd driving pulse, and an absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse as  $1.2 \leq [V1/V2] \leq 5.0$ .

[Claim 2] An ink drop fuel injection equipment according to claim 1 characterized by injecting the 2nd ink drop by said 2nd driving pulse which has the ratio  $[V1/V2]$  of an absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse to an absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in the range of  $1.5 \leq [V1/V2] \leq 3.0$ .

[Claim 3] An ink drop fuel injection equipment according to claim 1 or 2 characterized by constituting from a piezoelectric device which has said two or more ink channels, and said electrical and electric equipment and machine conversion means deform for a septum of two or more of said ink channels in shear mode.

[Claim 4] An ink drop fuel injection equipment given in any 1 term of claims 1-3 characterized by duration of said 1st pulse being AL (half of an acoustical resonant period) of said ink channel substantially.

[Claim 5] An ink channel, and electrical and electric equipment and a machine conversion means of changing capacity of said ink channel, The 1st pulse which it has [ pulse ] a nozzle which injects ink and makes said electrical and electric equipment and machine conversion means generate negative pressure in said ink channel, It is the ink drop fuel injection equipment which impresses the 2nd pulse which generates a positive pressure in said ink channel following it, and injects an ink drop from said nozzle. gamma (an unit is  $10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ) and viscosity for surface tension of ink eta (an unit is  $10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ), When AL (a half of an acoustical resonant period and an unit are  $\mu\text{s}$ ) of r (an unit is  $\mu\text{m}$ ) and said ink channel and an injection period of an ink drop are set to T (an unit is  $\mu\text{s}$ ) for a diameter of said nozzle, it is  $[T/AL] \leq [3.0 \times \eta / \gamma]$ . And said 1st pulse which has the ratio  $[V1/V2]$  of an absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse to an absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in the range of  $1.2 \leq [V1/V2] \leq 5.0$ , An ink drop fuel injection equipment characterized by injecting an ink drop by driving pulse which has said 2nd pulse.

[Claim 6] An ink drop fuel injection equipment according to claim 5 characterized by injecting an ink drop by said driving pulse which has the ratio  $[V1/V2]$  of an absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse to an absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in the range of  $1.5 \leq [V1/V2] \leq 3.0$ .

[Claim 7] An ink drop fuel injection equipment according to claim 5 or 6 characterized by constituting from a piezoelectric device which has said two or more ink channels, and said electrical and electric equipment and machine conversion means deform for a septum of two or more of said ink channels in shear mode.

[Claim 8] An ink drop fuel injection equipment given in any 1 term of claims 5-7 characterized by duration of said 1st pulse being said AL of said ink channel substantially.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the ink drop fuel injection equipment which injects an ink drop by impressing a driving pulse to the electrical and electric equipment and a machine conversion means.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although the method of versatility [ fuel injection equipment / ink drop ] is proposed, a shear mode ink drop fuel injection equipment is in one of them, and drawing 1 and drawing 2 are drawings showing the example of the ink drop fuel injection equipment indicated by JP,10-272771,A as one example. For the ink meniscus and S in which a nozzle formation member and 3 are formed in of a nozzle, and 4 is formed [ 1 ] for an ink tube and 2 in ink, as for a cover plate and 7, the side wall as the electrical and electric equipment and a machine conversion means and 6 are [ an ink feed hopper and 8 ] substrates in drawing 1 . And the ink channel A which is ink passage as shown in drawing 2 is formed by the side wall S, the cover plate 6, and the substrate 8. Although the nozzle 3 is formed in each ink channel, it has omitted by a part of drawing 2 .

[0003] although the cross section of one ink channel which has one nozzle is shown in drawing 1 , the actual shear mode ink drop fuel injection equipment H shows to drawing 2 (a) -- as -- two or more side walls [ between / a cover plate 6 and substrates 8 ] S1 and S2 .. the ink channels A1 and A2 separated by Sn+1, and .. much An(s) are constituted. The end of the ink channel A1 is connected with the nozzle 3 formed in the nozzle formation member 2, it connects with the ink tank which is not illustrated with the ink tube 1 through the ink feed hopper 7, and the other end forms the ink meniscus 4 in ink in said nozzle. And the electrodes Q1 and Q2 by which adhesion formation was carried out, and the electrodes Q3 and Q4 by which adhesion formation was carried out at the side wall S2 are formed on the side wall S1, for example. the same -- the ink channel A2 and ... adhesion formation of the electrode is carried out at each side wall of An, respectively. As shown in drawing 2 (b), an electrode Q1 is connected to a ground and the driving pulse which has the 1st positive pulse of the peak value V1 (absolute value) as shown in drawing 7 , and the 2nd negative pulse of peak value V2 (absolute value) by the drive circuit which is not illustrated is impressed to an electrode Q2. An ink drop is injected from a nozzle 3 by actuation stated below by this driving pulse. Conventionally, the voltage of V1=V2 was impressed.

[0004] Consisting of side walls S, S1, and S2, the side wall Sa which consists of two piezoelectric material with which the directions of polarization differ as the arrow head of drawing 2 (a), (b), and (c) shows ..., S1a, S2a, ..., Sb, S1b, S2b, and ..., it operates as an actuator which deforms by impressing a driving pulse. When a driving pulse is not impressed to electrodes Q2 and Q3, side walls S1 and S2 do not deform like drawing 2 (a), but if said wave-like driving pulse is impressed to electrodes Q2 and Q3 The electric field of a right-angled direction arise in the direction of polarization of piezoelectric material by voltage +V of this 1st pulse. Side wall S1a and S1b produce ZURI deformation in the plane of composition of a side wall. Moreover, side wall S2a, S2b produces ZURI deformation in an opposite direction similarly, as shown in drawing 2 (b), side wall S1a, S1b and side wall S2a, and S2b deform towards an outside mutually, and in this example, the capacity of the ink channel A1 becomes large. Next, as shown in drawing 2 (c), said side wall S1a, S1b and S2a, and S2b deform into hard flow mutually, the capacity of the ink channel A1 is reduced rapidly, and the pressure in the ink channel A1 changes with the voltage-V of the 2nd pulse of a driving pulse. By this actuation, the ink meniscus 4 in the nozzle in some ink which is filling the ink channel A1 is changed, and an ink drop is injected from a nozzle 3. Each ink channel operates by impression of a driving pulse similarly, and injects an ink drop.

[0005] if the side walls S1 and S2 of the ink channel A1 carry out actuation of deformation as mentioned above, in order [ however, ] to influence the next ink channel A2 -- usually -- A1, A4, and A7 ... a pulse in phase -- driving -- the

following period -- A2, A5, and A8 -- the method of driving .. is performed. [ for example, ] That is, image formation is performed by making three ink channels into one unit, and carrying out the sequential drive of the 1 ink channel within each unit.

[0006] Injection of the above-mentioned ink drop fits the driving pulse to which expand, and ink channel capacity is made to reduce continuously first to the resonant period of an ink channel using acoustical resonance (it is described as resonance below) of an ink channel, and is impressed, and the method of combining the 1st pulse and the 2nd pulse of a driving pulse, and using for injection of an ink drop is used. The driving pulse shown in drawing 7 in the former is the voltage of the 2nd pulse following voltage +V1 and this of the 1st pulse fitted to the resonant period of said ink channel.

- The absolute value of V2 is |V|, respectively, and is equal, and the pulse width of the 1st pulse is the half of a resonant period explained later, i.e., AL. Moreover, the pulse width of the 1st pulse is 2AL(s). It is used noting that an ink drop can be injected efficiently, if an ink channel is driven by such drive.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to raise image formation speed using an ink drop fuel injection equipment, it is necessary to shorten the injection interval (period) of an ink drop and to drive an ink drop fuel injection equipment at high speed. However, it turned out that phenomena, like the 2nd ink drop becomes smaller in it becoming impossible to make ink inject and injecting the satellite drop which is a small ink drop which accompanies in addition to the main ink drops which should be injected than the 1st ink drop tend to happen by involving in air in an ink channel from a nozzle if the injection interval (period) of an ink drop is shortened. The following was found when this cause was analyzed.

[0008] When the injection interval (period) of an ink drop was long, after the 1st ink drop injected, according to the capillary tube force of a nozzle and ink, ink was supplied to the ink channel from the ink feed hopper 7, the ink meniscus 4 was able to return to said static position, and the decrement of the amount of ink was able to inject the 2nd ink drop to stability. However, after injection of the 1st ink drop, when the injection interval (period) of an ink drop became short, before the ink meniscus 4 returned to said static position, it turned out that you are going to make it inject the 2nd ink drop, and it is driving.

[0009] Namely, if it drives in order to make the 2nd ink drop inject by the driving pulse (for the absolute value of V1 and V2 to be equal) shown in drawing 7 before the ink meniscus 4 returns to said static position The ink meniscus 4 becomes unstable and air is involved in in an ink channel from a nozzle. It becomes impossible to make an ink drop inject, and When the satellite drop which is an accompanying small ink drop was injected, or phenomena, like the 2nd ink drop becomes smaller than the 1st ink drop tend to have happened and it drove continuously in addition to the main ink drops which should be injected, there were troubles, like actuation becomes unstable.

[0010] Even if this invention solves the above-mentioned trouble and drives an ink channel at high speed, it aims at offering the ink drop fuel injection equipment which operates to stability.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The purpose of this invention is attained by invention shown below.

[0012] 1. Ink Channel, and Electrical and Electric Equipment and Machine Conversion Means of Changing Capacity of Said Ink Channel, The 1st pulse which it has [ pulse ] a nozzle which injects ink and makes said electrical and electric equipment and machine conversion means generate negative pressure in said ink channel, It is the ink drop fuel injection equipment which impresses the 2nd pulse which generates a positive pressure in said ink channel following it, and injects an ink drop from said nozzle. After injecting the 1st ink drop by the 1st driving pulse which has said 1st pulse and said 2nd pulse, when not returning to a static position before an ink meniscus of said nozzle injects an ink drop The 2nd driving pulse which has said 1st pulse and said 2nd pulse is impressed. An ink drop fuel injection equipment characterized by injecting the 2nd ink drop, using a ratio [V1/V2] of the absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in said 2nd driving pulse, and the absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse as  $1.2 \leq [V1/V2] \leq 5.0$ .

[0013] 2. Ink drop fuel injection equipment given in said 1 characterized by injecting the 2nd ink drop by said 2nd driving pulse which has ratio [V1/V2] of absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse to absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in range of  $1.5 \leq [V1/V2] \leq 3.0$ .

[0014] 3. Said 1 characterized by constituting from piezoelectric device which has said two or more ink channels, and said electrical and electric equipment and machine conversion means deform for septum of two or more of said ink channels in shear mode, or ink drop fuel injection equipment given in said 2.

[0015] 4. Ink drop fuel injection equipment given in said any 1 term of 1-3 characterized by duration of said 1st pulse being AL (half of an acoustical resonant period) of said ink channel substantially.

[0016] 5. Ink Channel, and Electrical and Electric Equipment and Machine Conversion Means of Changing Capacity of Said Ink Channel, The 1st pulse which it has [ pulse ] a nozzle which injects ink and makes said electrical and electric

equipment and machine conversion means generate negative pressure in said ink channel, It is the ink drop fuel injection equipment which impresses the 2nd pulse which generates a positive pressure in said ink channel following it, and injects an ink drop from said nozzle. gamma (an unit is 10-3 N·m<sup>-1</sup>) and viscosity for surface tension of ink eta (an unit is 10-3 Pa·s), When AL (one unit of bisection of an acoustical resonant period is μs) of r (an unit is μm) and said ink channel and an injection period of an ink drop are set to T (an unit is μs) for a diameter of said nozzle, it is  $[T/AL] \leq [3.0 \times \eta/\gamma]$ . And said 1st pulse which has the ratio  $[V1/V2]$  of the absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse to the absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in the range of  $1.2 \leq [V1/V2] \leq 5.0$ , An ink drop fuel injection equipment characterized by injecting an ink drop by driving pulse which has said 2nd pulse.

[0017] 6. Ink drop fuel injection equipment given in said 5 characterized by injecting ink drop by said driving pulse which has ratio  $[V1/V2]$  of absolute value V2 of voltage of said 2nd pulse to absolute value V1 of voltage of said 1st pulse in range of  $1.5 \leq [V1/V2] \leq 3.0$ .

[0018] 7. Said 5 characterized by constituting from piezoelectric device which has said two or more ink channels, and said electrical and electric equipment and machine conversion means deform for septum of two or more of said ink channels in shear mode, or ink drop fuel injection equipment given in said 6.

[0019] 8. Ink drop fuel injection equipment given in said any 1 term of 5-7 characterized by duration of said 1st pulse being said AL of said ink channel substantially.

[0020]

[Embodiment of the Invention] The ink drop fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention has the mechanical configuration shown in drawing 1 and 2. However, as a gestalt of operation of this invention, it is not restricted to drawing 1 and the thing shown in 2, but there may be a thing of various mechanical configurations. Other examples of the ink fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention are shown in drawing 3 - 6. In drawing 3 - 5, the same sign is given to the same components as drawing 1.

[0021] L in drawing 3 is the length of the ink channel A, and the half AL of the acoustical resonant period of the ink channel A is expressed with  $AL^{**}L/AC$ . AC is the speed of the pressure wave in an ink channel. In addition, the length of the ink channel A is not a match exactly at geometric length L of drawing 3 (b), but is the effectual length of the ink channel A. \*\* in said formula includes such semantics.

[0022] The half AL of the acoustical resonant period of the ink channel A measures the speed of the ink drop which impresses and carries out outgoing radiation of the square wave to the electrical and electric equipment and machine conversion means of an ink fuel injection equipment, and when fixing the voltage value of a square wave and changing the pulse width of a square wave, it is called for as pulse width from which drop speed becomes max.

[0023] Actuation of each ink channel at the time of the array of the ink channel of the ink drop fuel injection equipment shown in drawing 3 and impression of a driving pulse is shown in drawing 4.

[0024] Electrode Qd is formed in the side wall which it is formed on both sides of the air channel D in which the ink channels A1 and A2, A3, and ... were formed as an opening, and Electrode Qa is formed in the ink channels A1 and A2, A3, and the side wall that forms ..., and forms the air channel D. In the example shown in drawing 4 (a) and drawing 5 (a), pulses P1 and P2 are impressed to Electrode Qa from the drive circuit which is not illustrated.

[0025] First, as shown in drawing 4 (b), the pulse P1 of positive voltage +V which expands the ink channels A1 and A2, A3, and the capacity of ... is impressed to Electrode Qa as the 1st step. Subsequently, as shown in drawing 5 (a), the pulse P2 of negative voltage-V which reduces the ink channels A1 and A2, A3, and the capacity of ... is impressed to Electrode Qa.

[0026] Thus, an ink drop flies from the ink channels A1 and A2, A3, and ... by impressing the driving pulse which consists of pulses P1 and P2 to Electrode Qa.

[0027] Drawing 6 (a) and (b) show the voltage of the above-mentioned ink channels A1 and A2, A3, and the electrodes Qa and Qd in the drive of ... In this drive, the positive pulse P1 and the negative pulse P2 are impressed to Electrode Qa so that clearly from drawing 6 (a) and (b).

[0028] There are other methods explained below as the ink channel drive method. Drawing 6 (c) and (d) show the voltage of the electrodes Qa and Qd in these other methods, and in this method, by the drive circuit which is not illustrated, as shown in drawing 6 (c) and (d), while they impress the pulse P1 of positive voltage to Electrode Qa, they carry out the seal of approval of the pulse P2 of positive voltage to Electrode Qd.

[0029] The ink channels A1 and A2, A3, drawing 5 of the above [expansion of the capacity of ...] (b), In the drive phase which is performed like the case where it is shown in drawing 6 (a), and reduces the ink channels A1 and A2, A3, and the capacity of ... As shown in drawing 5 (b), the same drive as the case of drawing 5 (a) which impressed negative voltage to Electrode Qa is performed by impressing +V positive voltage to the electrode Qd of an air channel.

[0030] The drive method shown in drawing 5 (b), drawing 6 (c), and (d) is advantageous on layout of a circuit at the

point which can be driven using the pulse of positive voltage.

[0031] Drawing 7 shows the side walls S1 and S2 as the electrical and electric equipment and a machine conversion means which change a driving pulse into mechanical displacement, and the wave of the driving pulse which ... is driven [driving pulse] and makes ink inject in the gestalt of operation of this invention. the 1st the driving pulse of drawing 7 drives a side wall S as mentioned above, and the capacity of the ink channel A is made to expand -- the 2nd drive the pulse and side wall S of voltage +V1, and the capacity of the ink channel A is made to reduce -- it consists of a pulse of voltage-V2. In addition, in the explanation in the gestalt of operation, except when explaining each ink channels A1 and A2 and ..., the ink channels A1 and A2 and each of ... are called the ink channel A. Moreover, it is shown without the side walls S1 and S2 and the ink channel configuration section like ... which constitute an ink channel also adding a numeric character like a side wall S.

[0032] if one half of the inverse numbers of the acoustical resonance frequency of the ink channel A is made into Period AL (time amount) -- usually -- the 1st -- the pulse of voltage +V1 is substantially set up equally to AL in the width of face. Moreover, when this period AL supports the length of an ink channel and it drives by this driving pulse, the speed which an ink drop injects serves as max. the 1st -- voltage +V1 and the 2nd -- voltage-V2 are set constant and the pulse width (time amount) from which the flight speed of a drop serves as max can be measured as AL from the pulse width when changing the pulse width of the 1st voltage V1, and driving it, and the relation of the flight speed of a drop. and it is shown in drawing 7 -- as -- the 1st of pulse width AL -- after voltage +V1 -- the 2nd -- the pulse of voltage-V2 and pulse width 2AL is impressed.

[0033] In the gestalt of this operation, after injecting the 1st ink drop for the purpose of driving the ink channel A at high speed, when not returning the ink meniscus 4 of a nozzle 3 to the quiescent state before injecting an ink drop, the driving pulse which makes the following ink drop inject is impressed. In order to inject the ink drop stabilized on such conditions and to enable a high-speed drive, it is required to fulfill the following conditions 1.

[0034]

Conditions 1 ... Although it is not necessary to necessarily fulfill conditions 1 about the 1st pulse for injecting the 1st ink drop from  $1.2 \leq [V1/V2] \leq 5.0$  quiescent state, it is desirable to fulfill conditions 1.

[0035] If said ratios V1/V2 are less than the minimum of said conditions 1 or it exceeds a maximum, the case where an ink drop is not injected arises, or even if an ink drop is injected, an ink drop will become irregular, or a satellite drop will occur, and image quality will deteriorate.

[0036] If said ratios V1/V2 exceed the maximum of said conditions 1, an ink drop will become irregular, or a satellite drop will occur, and image quality will deteriorate. Moreover, the case where ink is not injected arises.

[0037] It is desirable that said ratios V1/V2 fulfill the following conditions 2, when attaining a high speed and high definition more.

[0038]

Conditions 2 ... It depends for the return of  $1.5 \leq [V1/V2] \leq 3.0$  and the ink meniscus 4 of a nozzle 3 on the length of the physical properties of ink, the diameter of a nozzle, and an ink channel. It turned out that the reset time of an ink meniscus and the ratio of AL, i.e., (the reset time of an ink meniscus / AL), serve as  $(3.0 \times \text{etaxr/gamma})$ . That is, before the back space of an ink meniscus returns by injection of the ink drop in the 1st driving pulse, high-speed drive of injecting by the 2nd driving pulse can be expressed with the following conditions 3.

[0039]

Conditions 3 ...  $(T/AL) \leq (3.0 \times \text{etaxr/gamma})$

the time of performing an ink channel drive by \*\*\*\*\* -- the 1st -- the 2nd to voltage +V1 -- if the ratio  $[V1/V2]$  of the absolute value of voltage-V2 impresses on the aforementioned conditions 1, i.e., within the limits of  $1.2 \leq [V1/V2] \leq 5.0$ , it can drive to stability.

[0040] However, surface tension of ink is set to gamma (an unit is  $10^{-3} \text{ N-m}^{-1}$ ), and the injection period of AL (an unit is mus) and an ink drop is set [viscosity / the diameter of eta (an unit is  $10^{-3} \text{ Pa/s}$ ) and said nozzle] to T (an unit is mus) for the half of the acoustical resonant period of r (an unit is  $\mu\text{m}$ ) and said ink channel.

[0041] If said ratios V1/V2 are less than the minimum of said conditions 1 or it exceeds a maximum, the case where an ink drop is not injected arises, or even if an ink drop is injected, an ink drop will become irregular, or a satellite drop will occur, and image quality will deteriorate.

[0042] Furthermore, it is desirable when setting said ratios V1/V2 to  $1.5 \leq [V1/V2] \leq 3.0$  attains a high speed and high definition more under said conditions 3.

[0043]

[Example] Two kinds of arm heads described below and two kinds of ink are used, and they are voltage +V1 of a pulse P1, and the voltage of a pulse P2. - The ratio  $[V1/V2]$  of the absolute value of V2 is changed. Moreover, the voltage of a

driving pulse is set up so that the flight speed of an ink drop may serve as 6 m/s. the ratio of the path of the 1st ink drop and the 2nd ink drop -- raised D, the condition of satellite drop generating, and voltage, flight speed was made to increase, and the maximum flight speed AIL (m/s) in which the injection before it involves in air from a nozzle and injection of an ink drop becomes impossible is possible was measured. the ratio of the path of the 1st ink drop and the 2nd ink drop -- D is so good that it is close to 1, and satellite drop generating is so good that it is small. Moreover, the maximum flight speed AIL is so good that it is large.

[0044] As two kinds of used arm heads, head \*\* is an arm head 9.0 microseconds and whose diameter of a nozzle one half of the acoustical resonant periods of an ink channel (AL) is 41 micrometers. Moreover, head \*\* is an arm head 5.2 microseconds and whose diameter of a nozzle one half of the acoustical resonant periods of an ink channel (AL) is 20 micrometers.

[0045] As two kinds of used ink, ink \*\* is ink adjusted so that a copper phthalocyanine might be distributed to the mixed solvent of the hydrocarbon of carbon numbers 15-20 and viscosity  $9.5 \times 10^{-3}$  Pa/s and surface tension might become  $28 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>. Moreover, ink \*\* is ink adjusted so that a copper phthalocyanine might be distributed to the mixed solvent of ethylene glycol, a glycerol, and water and viscosity  $4.3 \times 10^{-3}$  Pa/s and surface tension might become  $44 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>.

[0046] A measurement result is shown in a table. The driver voltage V of a table is the voltage value V1 of the 1st pulse driven so that the flight speed of said ink drop might become 6 m/s. Moreover, from the driver voltage which made the ink drop inject by said flight speed 6 m/s, one by one, the maximum flight speed AIL (m/s) raises voltage, and goes and measures it.

[0047] An example 1 is the case where the 2nd ink drop is driven, before it uses said ink \*\* and head \*\*, it drives so that the injection interval (period) of an ink drop may be set to 144 microseconds, and the ink meniscus 4 returns to a static position after injection of the 1st ink drop. It is what was shown in reference as contrasted with the example 1, and except having driven so that the injection interval (period) of an ink drop might be set to 495 microseconds, the examples 1 of a comparison are the same conditions as an example 1, and after an ink meniscus returns to a static position after injection of the 1st ink drop in this case, the 2nd ink drop is driving them. An example 2 is the case where the 2nd ink drop is driven, before it uses said ink \*\* and head \*\*, it drives so that the injection interval (period) of an ink drop may be set to 20.8 microseconds, and the ink meniscus 4 returns to a static position after injection of the 1st ink drop. It is what was shown in reference as contrasted with the example 2, and except having driven so that the injection interval (period) of an ink drop might be set to 36.4 microseconds, the examples 2 of a comparison are the same conditions as an example 1, and after an ink meniscus returns to a static position after injection of the 1st ink drop in this case, the 2nd ink drop is driving them. The flight speed range of AIL of an ink drop is widely desirable so that it is large, and, as for an ink drop, it is desirable that it is always uniform, and it is so good that the value of a "drop quantitative ratio" is small. And since satellite drop generating degrades image quality, few values of "satellite generating" are so good that there are.

[0048] In an example, the ink flight property that ratios V1/V2 are desirable in  $1.2 \leq [V1/V2] \leq 5.0$  is acquired so that clearly from tables 1 and 2. In the range of  $1.5 \leq [V1/V2] \leq 3.0$ , the flight property of a desirable ink drop is acquired especially.

[0049]

[A table 1]

実施例 1

インク① (粘度  $9.5 \times 10^{-3}$  Pa/s、表面張力  $28 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>)

ヘッド① (ノズル径 41 μm、AL 9.0 μs)

駆動周期 144 μs、ノズルのインク液面は静止状態の位置に

復帰していない。

$$[T/AL] = 16, [3.0 \times \eta \times r / \gamma] = 41.7$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧	V	12.4	13.5	14.1	14.8	15.2	15.6	16.0	16.3
AIL	m/s	9.3	10.5	11.0	11.5	11.4	10.9	10.7	9.0
液滴量比		1.09	1.04	1.04	1.00	1.01	1.04	1.05	1.15
サテライト発生		大	小	小	小	小	中	中	大

[0050]

[A table 2]

実施例 2

イク② (粘度  $4.3 \times 10^{-3}$  Pa/s、表面張力  $44 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>)

ヘッド② (ノズル径 20 μm、AL 5.2 μs)

駆動周期 20.8 μs、ノズルのインク液面は静止状態の位置に復帰していない。

$$[T/AL] = 4, [3.0 \times \eta \times r / \gamma] = 5.9$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧	V	9.8	11.0	11.3	11.9	12.0	12.4	12.6	12.8
AIL	m/s	12.5	14.5	14.8	15.0	15.1	14.8	14.0	12.8
液滴量比		1.13	1.05	1.04	1.00	1.01	1.04	1.06	1.15
サテライト 発生		大	中	小	小	小	小	中	大

[0051] The examples 1 and 2 of a comparison shown in tables 3 and 4 are driving the ink channel by low drive frequency, and it cannot be overemphasized that the flight property of ink is good. However, in the example of a comparison, there is no change in the flight property of an ink drop to fluctuation of ratios V1/V2 so that clearly from tables 3 and 4. In order that the conditioning about the ratios V1/V2 in the high-speed drive of an ink channel may acquire the flight property of a good ink drop also from this, it turns out that it is an important element.

[0052]

[A table 3]

比較例 1

イク① (粘度  $9.5 \times 10^{-3}$  Pa/s、表面張力  $28 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>)

ヘッド① (ノズル径 41 μm、AL 9.0 μs)

駆動周期 495 μs、ノズルのインク液面は静止状態の位置に復帰していない。

$$[T/AL] = 55, [3.0 \times \eta \times r / \gamma] = 41.7$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧	V	12.5	13.7	13.9	14.7	15.2	15.6	15.9	16.1
AIL	m/s	11.2	11.4	11.1	11.5	11.2	11.0	10.8	8.9
液滴量比		1.02	1.00	1.02	1.01	1.01	1.04	1.05	1.14
サテライト 発生		小	小	小	小	小	中	中	大

[0053]

[A table 4]

比較例 2

イク② (粘度  $4.3 \times 10^{-3}$  Pa/s、表面張力  $44 \times 10^{-3}$  N·m<sup>-1</sup>)

ヘッド② (ノズル径 20 μm、AL 5.2 μs)

駆動周期 36.4 μs、ノズルのインク液面は静止状態の位置に復帰していない。

$$[T/AL] = 7, [3.0 \times \eta \times r / \gamma] = 5.9$$

V1/V2		1.0	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
駆動電圧	V	10.1	11.0	11.4	11.7	12.0	12.3	12.4	13.0
AIL	m/s	15.0	15.4	14.8	14.7	14.4	14.6	14.5	12.9
液滴量比		1.01	1.01	1.02	1.02	1.01	1.04	1.08	1.17
サテライト 発生		小	小	小	小	小	小	中	大

[0054] The relation between the reset time of an ink meniscus, and ink physical properties and a head configuration was measured. As a result, it turned out that the reset time of an ink meniscus is related to the half (AL) of the surface tension of ink, viscosity, the diameter of a nozzle, and the acoustical resonant period of an ink channel. The result of having compared with [3.0x etaxr/gamma] the value which broke the reset time of an ink meniscus by the half (AL) of the acoustical resonant period of an ink channel was shown in a table 5 and drawing 8 . However, for gamma, in a table 5 and drawing 8 , the surface tension (an unit is 10<sup>-3</sup> N·m<sup>-1</sup>) of ink and eta are [ the diameter (an unit is μm) of a nozzle and the unit of an ink meniscus reset time of the viscosity (an unit is ten to 3 Pa) of ink and r ] mus.

[0055]

[A table 5]

メスカル 復帰時間 /AL	ノズル径 (r) μm	粘度 ( $\eta$ ) 10 <sup>-3</sup> Pa/s	表面張 ( $\gamma$ ) 10 <sup>-3</sup> N·m <sup>-1</sup>	[3.0 × $\eta$ × r × $\gamma$ ]
3.8	20	2	28	4.3
2.4	20	2	44	2.7
8.7	20	4	28	8.6
4.9	20	4	44	5.5
21.4	20	10	28	21.4
12.8	20	10	44	13.6
8.4	41	2	28	8.8
4.9	41	2	44	5.6
19.0	41	4	28	17.6
9.7	41	4	44	11.2
36.6	41	10	28	43.9
24.3	41	10	44	28.0

[0056] In order to impress a driving pulse before the ink meniscus of a nozzle returns to a quiescent state since it is in proportionality mostly, [an ink meniscus reset time / AL], and [etaxr/gamma] can be made into the standard of how to set up ratios V1/V2 to the physical properties of ink, and the diameter of a nozzle, so that clearly from a table 5 and drawing 8 .

[0057] Voltage of the 2nd pulse [ as opposed to voltage +V1 of the 1st pulse of a driving pulse the case of the above measurement result to [T/AL] <= [3.0x etaxr/gamma] ] - Even if it shortened the injection period of an ink drop by choosing the ratio [V1/V2] of the absolute value of V2, it became clear for injection of the ink drop by which the configuration of an ink drop and the generating condition of a satellite drop were also stabilized satisfactory to be possible.

[0058] Then, it is the voltage of the 2nd pulse [ as opposed to voltage +V1 of the 1st pulse in fact ]. - If it is effective to use it in 1.2 <= [V1/V2] <= 5.0 and it uses especially the ratio [V1/V2] of the absolute value of V2 in 1.5 <= [V1/V2] <= 3.0, a more nearly high-speed drive will be attained.

[0059]

[Effect of the Invention] The ink drop stabilized at high speed was injected by claims 1, 3, 4, 5, and 7 or invention of 8, and the drive of the ink drop fuel injection equipment which forms the good image of image quality was attained.

[0060] By claim 2 or invention of 6, the ink drop stabilized more at high speed was injected, and the drive of the ink drop fuel injection equipment which forms the good image of image quality was attained.

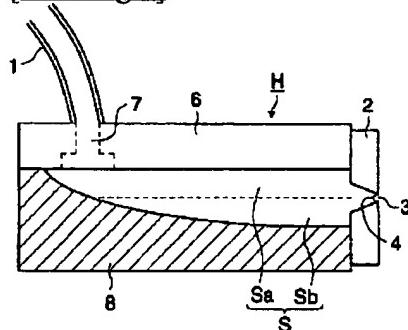
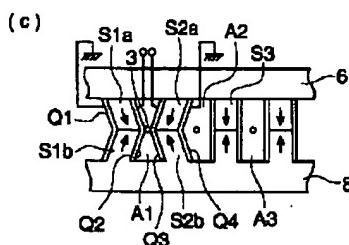
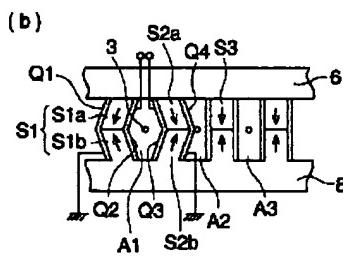
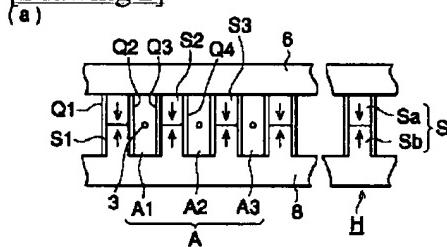
---

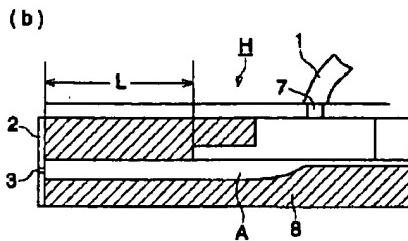
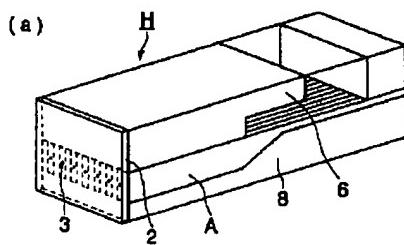
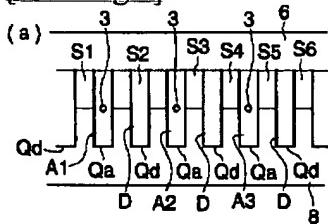
[Translation done.]

**\* NOTICES \***

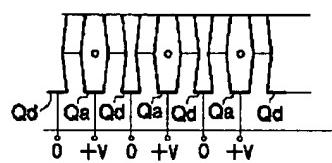
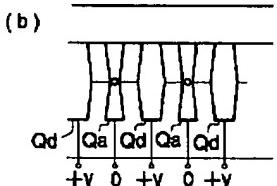
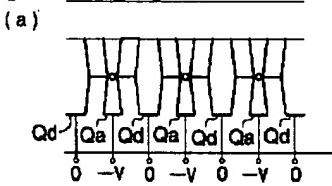
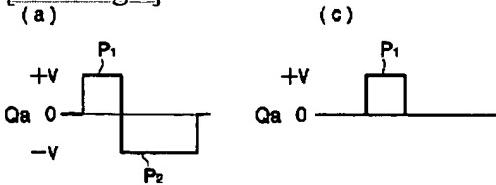
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DRAWINGS****[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]**

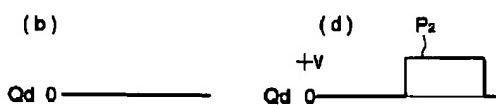
[Drawing 4]

(b) \_\_\_\_\_

[Drawing 5][Drawing 6]

(c)

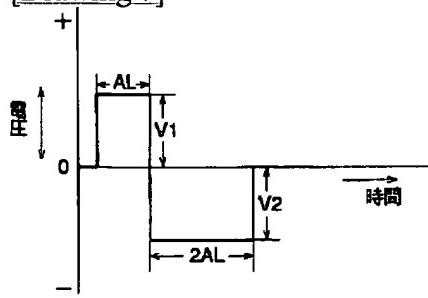
(c)



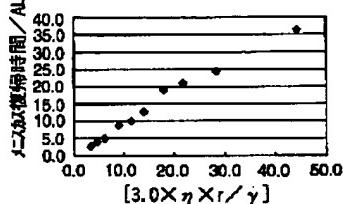
(d)

(d)

[Drawing 7]



[Drawing 8]



---

[Translation done.]